

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СБОРА НЕФТЯНЫХ ПЯТЕН С ПОВЕРХНОСТИ СТОЯЧЕЙ ВОДЫ

Г.Я. Хусаинова, М.В.Гордеев

Башкирский государственный университет

Для интенсификации процесса удаления нефтяных пленок (посредством барабанных сборщиков[1] например ) с поверхности водоемов и рек, необходимо произвести их локализацию на поверхности в виде более толстых пятен или же “ручейков”. Все это можно реализовать, создавая искусственные водяные валы (или берега), с помощью вдува газа из-под воды в виде пузырьков. При такой подаче воздуха средняя плотность образовавшейся пузырьковой смеси снизится по сравнению с плотностью жидкости и это, в свою очередь, приведет к повышению уровня свободной поверхности жидкости по сравнению с уровнем основной зоны, где такая подача воздуха отсутствует. Приведем некоторые простейшие рассуждения, позволяющие оценить характерные высоты водяных валов, образовавшихся при вдуве воздуха из-под воды. Будем полагать, что генератор пузырьков находится на глубине  $h_0$  в виде некоторой галереи, и при математическом описании ее примем за горизонтальную полосу с характерной полушириной  $l$  (рис.1).

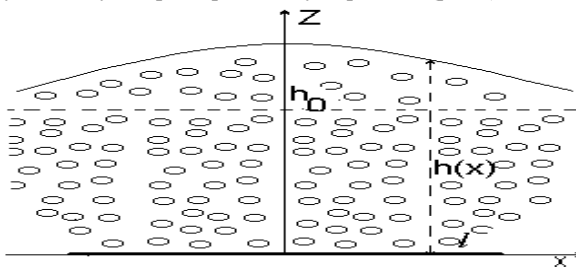


Рис.1 Схема водо-воздушного вала

Пусть интенсивность генерации пузырьков с одинаковыми радиусами  $a$ , отнесенная на единицу площади генератора равна  $q_n(x)$ . Тогда для расхода объемной подачи воздуха  $q_v(x)$  с единицы площади, а также с единицы длины галереи  $Q(x)$  можем записать

$$q_v = \frac{4}{3} \pi a^3 q_n \quad Q_v = 2 \int_0^l q_v dx = \frac{8}{3} \pi a^3 \int_0^l q_n dx \quad (1)$$

Чтобы описать форму и характерную высоту образующегося водяного вала при барботаже пузырьков, будем полагать, что вертикальное составляющее ускорения при восходящем течении жидкости, инициируемые вдувом газа, мало по сравнению с ускорением силы тяжести ( $w \ll g$ ). Поэтому для распределения

давления по высоте  $p(z)$  справедливо уравнение гидростатики, записанное в виде

$$-\frac{\partial p}{\partial z} - \rho_l^0 (1 - \alpha_g) g = 0, \quad \alpha_g = \frac{4}{3} \pi a^3 n \quad (2)$$

Здесь  $\alpha_g$  -объемное содержание пузырьков, n-число пузырьков в единице объема. На основе закона сохранения числа пузырьков можем записать :

$$nV = q_{n\text{и}} \alpha_g V = q_v \quad (3)$$

С использованием этих соотношений из уравнения (2) можем получить формулу для распределения давления в области барботажу пузырьков

$$p = p_n - \rho_l^0 g (1 - \alpha_g) z, \quad \alpha_g = \frac{q_v}{V} \quad (4)$$

Учитывая, что давление на свободной поверхности жидкости равно атмосферному давлению  $P_a$ , имеет место

$$p_h = p_a + \rho_l^0 g h_0 \quad (5)$$

Тогда с помощью (4) и (5) можно получить уравнение, определяющее конфигурацию свободной поверхности  $z = h$  при  $p = P_a$  над областью пузырковой жидкости:

$$\Delta h = h - h_0 = \frac{h_0 q_v}{V - q_v} \quad (6)$$

На основе этой формулы можно получить оценку для величины характерной высоты водяного вала при интенсивности подачи воздуха  $Q_v$  с единицы длины галереи

$$\Delta h_{cp} = \frac{h_0 Q_v}{2lv - Q_v} \quad (7)$$

Данная простейшая гидравлическая модель бонового загораждения позволяет оценить высоту газо-водяного вала на поверхности воды в зависимости от его геометрических характеристик и интенсивности работы генератора пузырьков, находящего в затопленном состоянии.

## ЛИТЕРАТУРА

Шагапов В.Ш., Хасанов И.Ю., Хусаинова Г.Я. Моделирование процесса удаления нефти с поверхности воды методом прилипания. Экологические системы и приборы. 2003. № 5. С. 33.